

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГТУ, профессор

_____ И.М. Жарский

Регистрационный № УД-_____/баз.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:**

1-48 02 01 Биотехнология;

1-48 02 02 Технология лекарственных препаратов;

1-57 01 03 Биоэкология

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.И. Курило – заведующая кафедрой общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.Н. Воробьева – профессор кафедры неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный университет», доктор химических наук, профессор

В.Н. Леонтьев – заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 11 от 22.05.14 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № _ от __.__.2014 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа разработана в соответствии с образовательными стандартами высшего образования специальностей: 1-48 02 01 «Биотехнология»; 1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов»; 1-57 01 03 «Биоэкология» и учебными планами вышеперечисленных специальностей..

Актуальность изучения дисциплины в вузе и ее роль в профессиональной подготовке выпускника

Дисциплина «Неорганические биологически-активные вещества» – сравнительно молодая научная дисциплина, возникшая на стыке неорганической, бионеорганической и биофизической химии. Знание химических свойств и биологической роли неорганических веществ помогает в рассмотрении и анализе биохимических процессов, стимулирует поиск и разработку новых бионеорганических материалов, лекарственных препаратов, технологических процессов переработки сырьевых ресурсов биологического происхождения для получения биоэнергосистем, ферментов, витаминов, продуктов брожения, эфирных масел, жиров и других видов продукции технического, пищевого и парфюмерно-косметического назначений.

Программа дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» составлена так, чтобы в максимально возможной степени содействовать формированию высококвалифицированных специалистов в области биотехнологии, биоэкологии, технологии лекарственных препаратов, способных оперативно решать сложные практические и экологические задачи современных химических биотехнологий, разрабатывать новые материалы, оценивать экономичность и экологическую безопасность производства.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» является приобретение студентами глубоких систематизированных знаний в области химии неорганических биологически-активных веществ, направленных на развитие у них профессиональной компетентности.

Задачи дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества»:

- формирование научного мировоззрения по вопросам единства и взаимосвязи живой и неорганической материи посредством приобретения системы знаний о распространении, роли, механизмах функционирования и влиянии структурных факторов на биохимические свойства различных химических форм элементов Периодической системы Д.И. Менделеева в живой природе;
- формирование умений применять химические законы и знания закономерностей протекания процессов с участием биологически активных

неорганических веществ, использовать методы физико-химических расчетов, проводить химический эксперимент.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

После изучения дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» студенты должны

знать:

- периодический закон как основу биогенной систематики неорганических веществ;
- биогенную классификацию химических элементов;
- биогенную роль, свойства, реакционную способность s -, p -, d - и f -элементов и их соединений;
- экологически безопасные и энергоэффективные способы синтеза неорганических биологически-активных соединений;
- способы защиты окружающей среды от негативного воздействия некоторых токсичных неорганических веществ в технологических процессах;
- основные направления современных исследований в бионеорганической химии;

уметь:

- использовать термодинамические характеристики веществ и реакций при выборе оптимальных условий осуществления технологических процессов; с участием биологически-активных неорганических соединений;
- осуществлять синтез биологически-активных неорганических соединений и проводить анализ их физико-химических свойств;
- использовать знания о биогенных свойствах веществ и способах их получения при выборе сырья для осуществления экологически безопасных технологических процессов;

владеть:

- знаниями об основных свойствах биологически-активных неорганических веществ и способах их получения;
- навыками использования основных законов химии при решении конкретных задач химии неорганических биологически-активных веществ;
- навыками проведения химического эксперимента, основными методами получения и исследования неорганических биологически-активных веществ и химических реакций;
- принципами безопасного обращения с химическими веществами с учетом их физических, химических свойств и биохимического воздействия на объекты живой материи.

Подготовка специалиста должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций: социально-личностных, академических, профессиональных.

Студент, освоивший соответствующую учебную программу, должен обладать следующими **социально-личностными компетенциями**:

- быть способным к социальному взаимодействию;

- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- быть способным к критике и самокритике.

Студент, освоивший соответствующую учебную программу, должен обладать следующими **академическими компетенциями**:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Студент, освоивший соответствующую учебную программу, должен обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

- пользоваться информационными ресурсами, нормативными документами, стандартами в области современных производственных процессов и технологий;
- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой в области производства биологически-активных неорганических веществ, проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым технологиям;
- анализировать и оценивать достижения науки в области производства неорганических биологически-активных веществ;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по вопросам инновационного развития;
- заниматься научно-исследовательской деятельностью в области химии и технологии неорганических материалов;
- планировать проведение эксперимента с последующей статистической обработкой экспериментальных данных и оптимизацией технологических процессов;
- проводить обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов научных исследований для публикаций, презентаций, докладов, отчетов;
- проводить физические, химические, другие поддающиеся анализу испытания неорганических биологически-активных веществ и материалов.

Связь учебной дисциплины с предшествующими учебными дисциплинами

Для усвоения дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» студентам необходимо знать:

- основные математические операции;
- основы термодинамики и молекулярной физики;
- дисциплину «Теоретические основы химии».

Структура содержания учебной дисциплины

Учебные планы специальностей 1-48 02 01 «Биотехнология»; 1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов»; 1-57 01 03 «Биоэкология» предусматривают на изучение дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» максимально 262 часа, из них 108 – аудиторных. Рекомендуемые формы контроля знаний – зачет, экзамен.

По усмотрению кафедры изучение некоторых разделов программы может быть перенесено на занятия лабораторного практикума и включено в самостоятельную работу студентов по рекомендуемым учебным пособиям.

В соответствии с учебными планами предусмотрено следующее распределение аудиторных часов для специальностей:

№ п/ п	Специальность	Количество часов			
		всего ауди- рных часов	из них		
			лекции	лабора- торные занятия	практи- ческие занятия
1	1-48 02 01 «Биотехнология»	108	56	52	–
2	1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов»	90	56	34	–
3	1-57 01 03 «Биоэкология»	108	56	34	18

Примерный тематический план учебной дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, занятия	Количество аудиторных часов			
		лекции	лабораторные занятия		практические занятия
			специальность «Биотехнология»;	специальности «Технология лекарственных препаратов», «Биоэкология»	только для специальности «Биоэкология»
1	2	3	4	5	6
1	Введение	2			
1. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ					
1.1	Строение атома и химическая связь	4			
1.2	Биогенная классификация химических элементов	4			
1.3	Химические свойства и биологическая роль <i>s</i> -элементов и их соединений	4	8	6	2
1.4	Химические свойства и биологическая роль <i>p</i> -элементов и их соединений				
1.4.1	<i>p</i> - элементы III группы	4	8	4	2
1.4.2	<i>p</i> - элементы IV группы	4	4	4	2
1.4.3	<i>p</i> - элементы V группы	4	8	4	2
1.4.4	<i>p</i> - элементы VI группы	4	8	4	2
1.4.5	<i>p</i> - элементы VII группы	4			2
1.4.6	<i>p</i> - элементы VIII группы	2			2
1.5	Химические свойства и биологическая роль <i>d</i> -элементов и их соединений				2
1.5.1	<i>d</i> -элементы I–III групп	4	4	4	

1	2	3	4	5	6
1.5.2	<i>d</i> -элементы IV–V групп	3	4	4	
1.5.3	<i>d</i> -элементы VI–VII групп	3	4	4	
1.5.4	<i>d</i> -элементы VIII группы	4	4	4	
1.6	Химические свойства и биологическая роль <i>f</i> -элементов и их соединений	4			2
1.7	Взаимосвязь химических элементов с биологически активными веществами и системами организма человека	2			
Всего часов		56	52	34	18

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Предмет и задачи дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества» и ее место среди других химических наук. Вопросы химии биогенных элементов. Распространенность химических элементов в живой и неживой природе. Миграция химических элементов: механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Особенности миграции элементов в биосфере. Роль биологически-активных неорганических веществ в жизнедеятельности живых организмов, в создании биоматериалов, синтезе лекарственных и диагностических средств.

1. ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Строение атома и химическая связь

Модели строения атомов.

Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура периодической системы. Изменение свойств элементов в соответствии с расположением их в периодической системе (вертикальная, горизонтальная периодичности).

Особенности заполнения орбиталей атомов электронами в главных и побочных подгруппах, в семействах актиноидов и лантаноидов; *s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементы. Энергия ионизации как характеристика атомов. Радиусы атомов и ионов (орбитальные и эффективные), закономерности их изменения в периодической системе. Взаимосвязь электронной структуры атомов и их биогенной активности.

Предсказание свойств элементов и их соединений с использованием Периодического закона. Закономерности распределения и свойства биогенных элементов.

Химическая связь. Характеристики химической связи. Метод валентных связей. Метод молекулярных орбиталей. Пространственная структура молекул.

Природа химической связи в комплексных соединениях. Структура и свойства комплексных соединений. Биок комплексы металлов.

1.2 Биогенная классификация химических элементов

История развития представлений о биологически активных веществах. Предпосылки к естественной биогенной классификации химических элементов. Жизненно важные элементы, входящие в состав организмов. Биогенные элементы. Элементы первичной жизни на заре эволюции. Клеточный уровень жизни и макроэлементы. Микроэлементы: эволюционный аспект. Эссенциальные микроэлементы. Условно эссенциальные микроэлементы. Брэйн-элементы. Абиогенные элементы: нейтральные, конкурентные, агрессивные.

Токсичность неорганических веществ и механизмы поступления неорганических соединений в живые организмы. Источники поступления химических элементов в организм человека: питьевая вода, питание, воздушная среда, человеческая деятельность. Взаимосвязь химической формы, степени окисления, растворимости, рН среды, процессов комплексообразования, гидролиза и биоактивности соединений. Экологические аспекты и эффекты токсического действия неорганических веществ.

1.3 Химические свойства и биологическая роль s-элементов и их соединений

Общая характеристика s-элементов.

Водород. Место водорода в периодической системе, общая характеристика, термическая диссоциация молекулы водорода; физические и химические свойства, лабораторные и промышленные способы получения. Гидриды, их классификация, способы получения, свойства. Общая характеристика водородных соединений неметаллов. Применение и биологическая роль водорода и его соединений.

Подгруппа лития. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, способы получения. Свойства; взаимодействие с кислородом, галогенами, водой и водородом.

Гидриды, их получение и свойства. Оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды, их получение и свойства. Гидроксиды; их свойства и методы получения. Соли, их свойства. Промышленные способы получения соды. Особенности химии лития и его соединений.

Применение s-элементов I группы. Пути поступления и содержание в живых организмах, ежедневная потребность, участие в биопроцессах (в том числе в процессах переноса ионов и органических лигандов, создания и поддержания осмотического давления).

Подгруппа бериллия и общая характеристика элементов. Отличие бериллия от остальных элементов подгруппы. Нахождение в природе.

Бериллий. Бериллий как простое вещество. Методы получения и свойства; оксид и гидроксид. Акцепторные свойства. Соли бериллия, их свойства; гидролиз. Применение бериллия и его соединений.

Магний, кальций, стронций, барий, радий. Методы получения свободных металлов; свойства. Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды, соли; методы получения и свойства. Карбонаты и гидрокарбонаты. Жесткость воды и способы ее устранения. Особенности магния и его соединений. Применение s-элементов II группы. Взаимозамещаемость кальция, стронция и бария как следствие особенностей электронного строения и близости физико-химических свойств. Токсичность бериллиевых и бариевых солей, обусловленная способностью ионов металлов к комплексообразованию.

1.4 Химические свойства и биологическая роль *p*-элементов и их соединений

Общая характеристика *p*-элементов. Главные макроэлементы: водород, углерод, азот, кислород, фосфор, сера и хлор. Микроэлементы: бор, фтор, кремний, селен, йод, мышьяк, бром.

1.4.1 *p*-элементы III группы

Общая характеристика *p*-элементов III группы.

Отличия бора и алюминия между собой и от других элементов подгруппы.

Бор. Нахождение в природе; способы получения. Элементарный бор. Физико-химические свойства бора. Соединения с водородом, их получение и свойства; электронодефицитные молекулы (диборан). Бориды. Боргидриды металлов; способы получения и свойства. Оксид бора; способы получения, строение и свойства. Борные кислоты; строение и свойства. Галогениды; их получение и свойства; строение молекул. Тетрафтороборная кислота и ее соли.

Алюминий. Нахождение в природе; получение, свойства. Аллотропическое получение металлов. Оксид, его свойства и применение. Гидроксид, его получение и свойства. Аллюминаты. Галогениды, строение их молекул и свойства. Аллюмосиликаты. Общая характеристика солей алюминия, их растворимость, гидролиз. Комплексные соединения. Квасцы. Гидрид. Аллюмогидриды металлов. Карбид, нитрид.

Галлий, индий, таллий. Общая характеристика металлов. Методы получения. Сопоставление их свойств со свойствами алюминия. Соединения таллия (I).

Биологическая роль *p*-элементов III группы, их применение в промышленности и медицине.

1.4.2 *p*-элементы IV группы

Подгруппа углерода. Общая характеристика элементов. Отличие свойств углерода и кремния от свойств других элементов подгруппы.

Углерод. Нахождение в природе. Аллотропия. Строение и свойства графита, алмаза, фуллерена и карбина. Активированный уголь, его адсорбционные свойства. Химические свойства углерода.

Углеводороды. Карбиды металлов, методы их получения; классификация; зависимость свойств от характера химической связи.

Кислородные соединения. Оксид углерода (II), строение молекулы (метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей) и свойства, лабораторные и промышленные способы получения. Генераторный и водяной газы. Моноксид углерода как восстановитель. Карбонилы металлов, строение, свойства, их получение. Оксид углерода (IV), строение

молекулы, свойства, получение и применение, окислительные свойства при высоких температурах. Угольная кислота и ее соли. Строение карбонат-иона. Растворимость, термическая устойчивость и гидролизуемость карбонатов и гидрокарбонатов. Соединения с серой, сероуглерод, способы получения и свойства.

Соединения с азотом. Дициан, способы получения, строение молекулы и свойства, Синильная кислота и цианиды, их получение и свойства. Комплексные соединения, содержащие цианид-ион. Роданистоводородная кислота и ее соли; получение и свойства.

Биологическая роль и применение углерода и его неорганических соединений в промышленности и медицине.

Кремний. Общая характеристика соединений. Нахождение в природе, методы получения кремния, его структура и свойства.

Оксиды кремния. Кварц, его структура и свойства. Кварцевое стекло. Кремниевые кислоты. Силикагель. Растворимое стекло. Общие сведения о строении, свойствах и получении различных видов стекла и керамики.

Силикаты и алюмосиликаты. Кремнекислородный тетраэдр – основа структуры кристаллических решеток силикатов. Понятие о различных типах кристаллических решеток силикатов. Ситаллы. Цеолиты.

Водородные соединения кремния, методы получения и свойства. Сопоставление свойств силанов и углеводов. Силициды металлов. Понятие о кремнийорганических соединениях. Силиконы. Соединения с галогенами, их получение и свойства, строение их молекул, гидролиз. Гексафторосиликат водорода (кремнефтористоводородная кислота), получение и свойства. Карбид кремния, его свойства и получение.

Биологическая роль и применение кремния и его соединений.

Германий, олово, свинец. Общая характеристика элементов, нахождение в природе. Полиморфные модификации олова. Химические свойства германия, олова и свинца.

Соединения с водородом. Сопоставление их свойств со свойствами водородных соединений углерода и кремния.

Оксиды германия, олова и свинца (II), (IV), химические свойства и методы получения, солеобразные оксиды свинца. Гидроксиды германия (II), олова (II) и свинца (II), их получение и свойства. Гидроксиды германия (IV), олова (IV) и свинца (IV). Германаты, станнаты и плумбаты, их свойства. Галогениды германия, олова и свинца. Гидролиз соединений германия, олова и свинца. Сульфиды германия, олова и свинца, их получение и свойства. Получение и свойства.

Сопоставление устойчивости, кислотно-основных свойств и окислительно-восстановительной активности соединений германия, олова и свинца. Биологические свойства и применение простых веществ и соединений.

1.4.3 *p*-элементы V группы

Подгруппа азота. Общая характеристика элементов. Отличие азота и фосфора от других элементов подгруппы.

Азот. Общая характеристика элемента. Нахождение в природе. Элементарный азот. Строение молекулы азота. Причины инертности молекулярного азота. Проблема связывания азота и пути ее решения. Лабораторные и промышленные способы получения азота.

Соединения с водородом. Аммиак, химическая связь и строение молекулы, лабораторные и промышленные методы получения, свойства аммиака, жидкий аммиак как неводный и ионизирующий растворитель. Реакции, характерные для аммиака. Гидраты аммиака, водный раствор аммиака как раствор гидрата аммиака. Ион аммония, химическая связь и строение. Соли аммония, их свойства. Амиды, имиды, нитриды металлов, их свойства.

Гидроксиламин, строение молекулы, получение, свойства.

Гидразин, химическая связь в молекуле гидразина и строение молекулы. Получение и свойства гидразина.

Гидраты гидразина и гидроксиламина, их свойства. Соли гидразония и гидроксиламмония, их свойства.

Азотистоводородная кислота, химическая связь в молекуле и ее строение, получение и свойства. Азиды металлов, способы их получения, свойства.

Оксиды азота, способы получения и свойства. Кислородсодержащие кислоты. Азотистая кислота, получение, свойства. Нитриты, получение и свойства.

Азотная кислота, ее получение и свойства, химическая связь и строение молекулы, взаимодействие с металлами и неметаллами, зависимость окислительных свойств от концентрации. Царская водка. Нитраты, их получение и свойства. Термическое разложение нитратов.

Оксогалогениды азота, их получение и свойства, строение молекул и химическая связь.

Азотные удобрения. Биологическая роль и применение азота и его соединений в медицине.

Фосфор. Общая характеристика элемента. Нахождение в природе. Полиморфные модификации, их строение и свойства, получение фосфора.

Соединения фосфора с водородом. Фосфин, получение и свойства, строение молекулы. Ион фосфония, его структура. Соли фосфония, свойства и способы получения.

Фосфиды металлов, получение и свойства.

Оксиды фосфора, их получение и свойства, строение. Кислородсодержащие кислоты, способы получения, строение молекул, химическая связь в них и их свойства. Фосфаты, способы их получения и свойства. Полимерные кислоты фосфора.

Соединения с галогенами, получение, свойства, гидролиз. Оксогалогениды, их получение и свойства.

Фосфорные удобрения. Биологическая роль и применение фосфора и его соединений его соединений в медицине.

Мышьяк, сурьма, висмут. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение и свойства. Соединения с металлами, получение и свойства.

Кислородсодержащие соединения мышьяка, сурьмы, висмута, получение и свойства.

Гидроксиды мышьяка (III), сурьмы (III), висмута (III), получение и свойства. Гексагидроксостибаты (V) щелочных металлов.

Тригалогениды и пентагалогениды, их получение. Свойства галогенидов, гидролиз. Соли антимонила и висмутила. Сульфиды мышьяка (III), (V), висмута (III). Способы их получения, свойства, отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.

Биологическая роль и применение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений в медицине

1.4.4 p- элементы VI группы

Подгруппа кислорода. Общая характеристика элементов.

Кислород. Полиморфные модификации. Элементарный кислород. Строение молекулы кислорода, лабораторные и промышленные способы получения, физические и химические свойства, оксиды. Озон, его получение, строение молекулы, свойства и применение. Сопоставление свойств озона и кислорода.

Вода. Аномалия физических свойств. Диаграмма состояния, химические свойства, окислительно-восстановительные свойства воды, взаимодействие с простыми и сложными веществами. Электронодонорные свойства молекул воды. Кристаллогидраты, их строение и свойства. Биологическая роль воды. Тяжелая вода. Дистиллированная вода. Вода для инъекций. Минеральные воды.

Пероксид водорода, методы получения, строение молекулы. Его кислотные и окислительно-восстановительные свойства. Пероксидные соединения, способы получения и свойства. Биологическая роль и применение в медицине.

Понятие о способах очистки сточных вод и отходящих газов промышленных производств. Биологическая роль и применение кислорода.

Сера. Общая характеристика. Нахождение в природе, методы получения, полиморфные модификации, физические и химические свойства.

Соединения серы с водородом. Сероводород, строение молекулы, получение и свойства. Сульфиды. Классификация сульфидов по их растворимости в воде, растворах кислот и сульфидов щелочных металлов или аммония. Гидролиз сульфидов, растворимых в воде. Полисульфиды.

Соединения серы с кислородом. Оксиды серы (IV) и (VI); получение и свойства. Кислородсодержащие кислоты серы. Окислительно-восстановительные свойства сернистой кислоты и сульфитов. Серная кислота, получение, строение молекулы и свойства. Взаимодействие серной кислоты с

металлами. Соли серной кислоты, их свойства. Дисерная кислота и олеум, их свойства.

Политионовые кислоты и политионаты. Тиосерная кислота, тиосульфат натрия, получение и свойства. Пероксосульфаты.

Соединения серы с галогенами. Оксохлориды серы (хлористый тионил, хлористый сульфурил), хлорсерная (хлорсульфоновая) кислота; их получение, строение молекул и свойства.

Селен, теллур, полоний. Общая характеристика элементов, степени окисления, аллотропия селена и теллура. Селено- и теллуrowодород. Селениды и теллуриды.

Диоксиды селена и теллура, их получение и свойства. Селенистая и теллуристая кислоты. Селениты и теллуриты. Селеновая и теллуrowая кислоты. Селенаты и теллураты. Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений серы, селена и теллура. Краткая характеристика полония и его соединений.

Биологическая роль, применение простых веществ и соединений *p*-элементов VI группы в промышленности и медицине.

1.4.5 *p*-элементы VII группы

Подгруппа фтора. Общая характеристика галогенов.

Фтор, хлор, бром, иод. Нахождение в природе. Химическая связь в молекулах. Получение, физические и химические свойства, изменение окислительной активности в подгруппе. Взаимодействие галогенов с водой и растворами щелочей.

Соединения с водородом, лабораторные и промышленные способы получения и свойства. Ассоциация молекул фтористого водорода. Плавиковая кислота. Фториды и гидрофториды. Электронодонорные свойства фторид-иона. Получение и свойства простых и комплексных фторидов неметаллов, химическая связь в них.

Окислительно-восстановительные и кислотные свойства галогеноводородов и их водных растворов. Соляная, бромистоводородная и иодистоводородная кислоты, их свойства. Галогениды. Свойства галогенид-ионов (восстановительные и электронодонорные).

Соединения галогенов с кислородом. Фториды кислорода, способы получения, свойства. Оксиды хлора, брома, иода, их получение, структура, свойства. Сравнение устойчивости кислотных и окислительных свойств оксидов.

Кислородсодержащие кислоты: хлорноватистая, хлористая, хлорноватая, хлорная, бромноватистая, иодноватая, метапериодная, ортопериодная, их соли, способы получения и свойства. Изменение устойчивости, кислотных и окислительных свойств в ряду кислородных кислот хлора, брома, иода.

Межгалогенные соединения, способы их получения, свойства.

Биологическая роль, применение простых веществ и соединений галогенов в промышленности и медицине.

1.4.6 *p*-элементы VIII группы

Общая характеристика элементов, нахождение в природе, методы получения, объяснение малой реакционной способности. Соединения криптона и ксенона со фтором, способы получения и свойства. Реакция диспропорционирования. Гидролиз фторидов ксенона. Оксофториды. Кислородные соединения ксенона, способы получения и свойства. Ксеноновые кислоты, ксенаты и перксенаты, способы получения и свойства.

Биологическая роль и применение в медицине *p*-элементов VIII группы.

1.5 Химические свойства и биологическая роль *d*-элементов и их соединений

Общая характеристика элементов побочных подгрупп. Электронные конфигурации атомов. Особое положение подгрупп скандия и цинка. Биологическая роль *d*-элементов и их соединений.

1.5.1 *d*-элементы I–III групп

Подгруппа меди. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, способы получения металлов. Соединения меди (I), (II), оксиды, гидроксиды, соли и комплексные соединения, методы их получения и свойства. Соединения серебра (I), оксид, его свойства, галогениды, их свойства. Комплексные соединения серебра, свойства и способы получения. Соединения золота (I), свойства и способы получения. Соединения золота (III): оксид и гидроксид, галогениды. Свойства и способы получения. Комплексные соединения. Биологическая роль и применение в медицине элементов I В группы и их соединений.

Подгруппа цинка. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение и свойства. Оксиды и гидроксиды (II), свойства, получение. Соли, общая характеристика солей, растворимость, гидролиз, получение и свойства. Комплексные соединения. Соединения ртути (I), получение, устойчивость, реакции диспропорционирования, соли ртути (I), каломель. Биологическая роль и применение в медицине соединений подгруппы цинка.

Подгруппа скандия. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение. Отличие свойств скандия от свойств остальных элементов. Свойства и способы получения основных типов соединений: оксидов, гидроксидов, солей. Характеристика комплексных соединений. Применение простых веществ и соединений.

1.5.2 *d*-элементы IV–V групп

Подгруппа титана. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение, свойства и применение. Оксиды и гидроксиды, способы

получения и свойства. Соединения с низшими степенями окисления элемента, их свойства. Диоксид титана, соли титанила, их получение и свойства. Титанаты. Соединения с галогенами, свойства и способы получения. Применение металлов и их соединений.

Подгруппа ванадия. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, способы получения и свойства. Соединения элементов (I, III, IV). Способы их получения, свойства, кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов, соли. Галогениды и оксогалогениды элементов (IV) и (V), их свойства, химическая связь в них. Оксованадиевые ионы. Ванадаты, ниобаты и танталаты; способы их получения и свойства. Применение простых веществ и соединений.

Биологическая роль и применение в медицине соединений *d*-элементы IV–V групп.

1.5.3 *d*-элементы VI–VII групп

Подгруппа хрома. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение, свойства. Соединения хрома (II), (III). Способы получения и свойства. Кислотно-основной характер оксидов и гидроксидов хрома (II), (III), способы получения и свойства. Соли хрома (III): получение и свойства, квасцы, хромиты, получение, свойства. Комплексные соединения хрома (III), их строение, изомерия.

Оксид хрома (VI), его свойства. Хромовые кислоты, хроматы и дихроматы, их взаимные переходы, получение и свойства. Краткие сведения о соединениях молибдена и вольфрама, кислотно-основной характер оксидов и гидроксидов, вольфраматы и молибдаты. Способы их получения и свойства. Изополи-, гетерополикислоты и их соли.

Подгруппа марганца. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе, получение и свойства. Соединения марганца (II), (III), (IV), свойства оксидов и гидроксидов, соли марганца, их свойства, диоксид марганца, его свойства, соединения марганца (VI), способы получения и свойства. Оксид марганца (VII), марганцовая кислота и перманганаты. Их свойства и получение. Окислительно-восстановительные свойства соединений различными степенями окисления марганца и их зависимость от pH.

Краткая характеристика рения. Соединения рения (III), (IV), (VI). Соединения рения (VII): оксид, рениевая кислота, перренаты. Окислительно-восстановительные свойства соединений рения в различных степенях окисления элемента.

Биологическая роль и применение в медицине соединений *d*-элементы VI–VII групп.

1.5.4 *d*-элементы VIII группы

Семейства железа и платины. Общая характеристика элементов. Деление на подгруппы и семейства.

Семейство железа. Общая характеристика элементов, нахождение в природе и способы получения. Чугун и сталь. Оксиды и гидроксиды элементов (II), их свойства и получение. Соли и комплексные соединения. Оксиды и гидроксиды железа (III), кобальта (III), никеля (III), способы получения и свойства. Соли и комплексные соединения. Соединения железа (VI), ферраты, их свойства.

Семейство платины. Общая характеристика элементов. Нахождение в природе. Понятие о разделении элементов. Гидроксиды платины (II), (IV), их свойства. Оксиды рутения и осмия (VIII).

Биологическая роль, применение металлов семейства железа и платины, а также их соединений в технике и медицине.

1.6 Химические свойства и биологическая роль f -элементов и их соединений

Лантаноиды. Общая характеристика лантаноидов, характерные степени окисления. Нахождение в природе. Изменение химических свойств с возрастанием порядкового номера. Причины сходства лантаноидов. Участие f -орбиталей в образовании химических связей, высокие координационные числа атомов. Лантаноидное сжатие и его влияние на свойства $6d$ -элементов. Периодичность изменения характерных степеней окисления. Физические и химические свойства лантаноидов, их положение в электрохимическом ряду напряжений. Соединения лантаноидов (III). Оксиды и гидроксиды, способы получения, изменение свойств с возрастанием порядкового номера. Общая характеристика солей, их гидролиз.

Применение лантаноидов и их соединений в медицине и промышленности.

Актиноиды. Общая характеристика, электронное строение атомов, сопоставление с электронным строением атомов лантаноидов.

Изменение химических свойств с возрастанием порядкового номера. Участие f -орбиталей в образовании химических связей, высокие координационные числа атомов. Актиноидное сжатие. Близость свойств тория, протактиния и урана в высшей степени окисления к свойствам d -элементов IV, V, VI групп соответственно. Склонность актиноидов к комплексообразованию.

Естественная и искусственная радиоактивность. Радиоактивные элементы. Их применение в медицине и промышленности.

1.7 Взаимосвязь химических элементов с биологически активными веществами и системами организма человека

Взаимосвязь химических элементов с витаминами, гормонами и ферментными системами. Современные достижения и перспективы использования биогенных элементов в медицине. Макро- и микроэлементы в продуктах питания.

2 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Примерные темы практических занятий

1. Свойства и биологическая роль *p*-элементов VII группы периодической системы и их соединений.
2. Свойства и биологическая роль *p*-элементов VI группы периодической системы и их соединений.
3. Свойства и биологическая роль *p*-элементов V группы периодической системы и их соединений.
4. Свойства и биологическая роль *p*-элементов IV группы периодической системы и их соединений.
5. Свойства и биологическая роль *p*-элементов III группы периодической системы и их соединений.
6. Свойства и биологическая роль *s*-элементов I и II групп периодической системы и их соединений.
7. Свойства и биологическая роль *d*-элементов I-III групп периодической системы и их соединений.
8. Свойства и биологическая роль *d*-элементов IV-V групп периодической системы и их соединений.
9. Свойства и биологическая роль *d*-элементов VI-VIII групп периодической системы и их соединений.

2.2 Примерная тематика лабораторных занятий

1. Техника безопасности. Пользование электроприборами и газом. Элементы техники неорганического синтеза.
2. Неорганический синтез малорастворимых солей. Получение ортофосфатов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов, оксонитратов металлов сольвотермическим методом. Изучение свойств и биологической роли полученных соединений.
3. Неорганический синтез растворимых солей. Получение декагидрата тетрабората натрия, пентагидрата тиосульфата натрия, карбоната натрия, гидроортофосфата и дифосфата натрия, иодида олова (II), тригидрата нитрата меди (II). Изучение свойств и биологической роли полученных соединений.
4. Неорганический синтез кислот и оснований. Получение азотной, ортоборной кислот, гидроксидов натрия, калия, меди, цинка. Анализ на содержание полученных веществ. Изучение свойств и биологической роли полученных соединений.
5. Неорганический синтез комплексных соединений. Получение хлорида гексаамминоникеля (II), сульфата тетраамминомеди (II). Изучение свойств и биологической роли полученных соединений.
6. Неорганический синтез оксидов металлов. Получение оксидов хрома (III), кадмия (II) алюминия с применением высоких температур. Получение оксидов меди (I), олова (II) из водных растворов солей. Изучение свойств и биологической роли полученных соединений.

2.3 Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы студентов по дисциплине «Неорганические биологически-активные вещества» является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками творческой, исследовательской деятельности.

Видами заданий для самостоятельной работы по дисциплине «Неорганические биологически-активные вещества» являются:

для овладения знаниями:

– отработка изучаемого материала по печатным и электронным источникам (учебникам, рекомендуемой дополнительной литературе), конспектам лекций; составление плана и конспектирование текста; работа со справочниками; использование компьютерной техники и Интернета;

для закрепления и систематизации знаний:

– аналитическая работа с конспектом лекций, основной и дополнительной литературой; ответ на контрольные вопросы; заполнение рабочих тетрадей и протоколов синтеза неорганических соединений; подготовка рефератов и докладов к выступлению на студенческих научно-технических конференциях;

для формирования умений:

– выполнение типовых расчетов; решение задач и упражнений по различным разделам дисциплины «Неорганические биологически-активные вещества»; подготовка к практическим и лабораторным занятиям; выполнение индивидуальных заданий различных уровней сложности; подготовка к контрольным работам, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Выполнение домашних и индивидуальных заданий осуществляется в соответствии с предлагаемыми учебно-методическими пособиями, указаниями, лабораторными практикумами.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме (устный опрос, письменные контрольные работы, тестовые задания, коллоквиумы, защита выполненных лабораторных работ).

Перечень предлагаемых студентам тем на самостоятельную работу:

1. Модели строения атомов.
2. Периодический закон Д.И. Менделеева. Структура периодической системы. Изменение свойств элементов в соответствии с расположением их в периодической системе (вертикальная, горизонтальная периодичности).

Особенности заполнения орбиталей атомов электронами в главных и побочных подгруппах, в семействах актиноидов и лантаноидов; *s*-, *p*-, *d*-, *f*-

элементы. Энергия ионизации как характеристика атомов. Радиусы атомов и ионов (орбитальные и эффективные), закономерности их изменения в периодической системе. Взаимосвязь электронной структуры атомов и биогенной активности.

3. Химическая связь. Характеристики химической связи. Метод валентных связей. Пространственная структура молекул.

4. Метод молекулярных орбиталей.

5. Природа химической связи в комплексных соединениях. Структура и свойства комплексных соединений.

6. Общие закономерности протекания химических процессов.

7. Водород. Физические и химические свойства, лабораторные и промышленные способы получения водорода и его соединений. Биологическая роль водорода.

8. Общая характеристика и основные способы получения металлов. Биологическая роль металлов.

9. Особенности химии *d*-элементов. Биологическая роль *d*-элементов.

10. Особенности химии *p*-элементов. Биологическая роль *p*-элементов.

11. Подгруппа гелия. Биологическая роль элементов подгруппы гелия.

12. Общая характеристика *f*-элементов. Радиоактивность. Биологическая роль *f*-элементов.

13. Загрязнение атмосферы как следствие химических процессов в производстве. Экологические проблемы химизации производства.

14. Взаимосвязь химических элементов с биологически активными веществами и системами организма человека.

2.4 Перечень рекомендуемых средств диагностики

- устный опрос;
- контрольные работы;
- тестовый контроль;
- коллоквиум;
- зачет;
- экзамен.
- индивидуальные задания, в т.ч. разноуровневые;
- отчеты по лабораторным работам.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

1. Хухрянский В. Г. Химия биогенных элементов: учеб. пособие координационных соединений / В. Г. Хухрянский, А. Я. Цыганенко, Н. В. Павленко. – Киев: Высшая школа, 1990.
2. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. – 5-е изд., перераб и доп. – М.: Высшая школа, 2006.
2. Карапетьянц, М. Х. Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. – 4-е изд., стереотип. – М.: Химия, 2001.
3. Новиков, Г. И. Общая и экспериментальная химия / Г. И. Новиков, И. М. Жарский. – Минск: Современная школа, 2007.
4. Угай, Я. А. Общая и неорганическая химия: учеб. для вузов / Я. А. Угай. – М.: Высшая школа, 2007. – 527 с.
5. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач / И. М. Жарский, А. Л. Кузьменко, С. Е. Орехова. – Минск: Аверсэв, 2004.
6. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии / сост. И. М. Жарский, А. Л. Кузьменко, С. Е. Орехова; под ред. Г. И. Новикова. – Минск: Дизайн ПРО, 1998.
7. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии / З. Е. Гольбрайх. – 6-е изд., перераб и доп. – М.: Высшая школа, 2004.
8. Волков, А. И. Большой химический справочник / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск: Современная школа, 2005.

б) дополнительная

1. Яцимирский К. Б. Введение в бионеорганическую химию / К. Б. Яцимирский. – Киев: Наукова думка, 1976.
2. Эйхгорн Г. Бионеорганическая химия / Г. Эйхгорн. – М.: Мир, 1978. – Т. 1, - Т. 2.
3. Зигель Х. Ионы металлов в биологических системах / Х. Зигель. – М.: Мир, 1982.
4. Уильямс Д. Металлы жизни / Уильямс Д. – М.: Мир, 1985.
5. Ленский А. С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию / Ленский А. С. – М.: Высшая школа, 1989.
6. Хьюз М. Неорганическая химия биологических процессов / М. Хьюз – М.: Мир, 1983.
7. Логинова Н. В. Бионеорганическая химия: металлокомплексы в медицине. Уч. пособие / Н. В. Логинова. – Мн.: БГУ, 2000.
8. Шрайвер Д. Неорганическая химия / Д. Шрайвер. Т. 2. – М.: Мир, 2004.